

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 10-264378

(43)Date of publication of application : 06.10.1998

(51)Int.Cl.

B41J 2/045

B41J 2/055

B41J 2/16

(21)Application number : 09-069691

(71)Applicant : RICOH CO LTD

(22)Date of filing : 24.03.1997

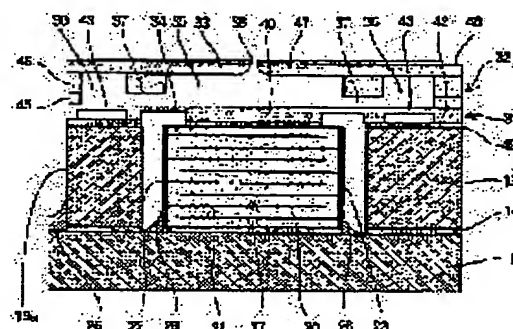
(72)Inventor : IKEDA KUNIO

## (54) DIAPHRAGM FOR INK-JET HEAD AND ITS MANUFACTURE

## (57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To obtain a diaphragm which can cope with high-speed printing, by forming a diaphragm part deformed because of a shift of an electromechanical converting element of a plated metal having a Vickers hard ness within a specific range.

SOLUTION: In an ink-jet head, a driving part 17 (laminated piezoelectric element) is shifted in a lamination direction in accordance with a drive waveform applied thereto in compliance with a recording signal whereby a pressure liquid chamber 35 is pressured via a diaphragm part 34 of a diaphragm 31 and a pressure is raised, so that ink drops are discharged from a nozzle 38. The diaphragm m part 34 deformed by the shift of the driving part 17 and an island-like independent projecting part 40 corresponding to the driving part 17 are formed integrally in the vibrating plate 30. The diaphragm part 34 is formed of a plated metal (plated by a nickel alloy, nickel with a brightener added, etc.) of a Vickers hardness in a range of Hv300-1200. A high repulsion force is obtained at the diaphragm part 34 and a high printing speed is realized.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 18.02.2002

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3496797

[Date of registration] 28.11.2003

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's

BEST AVAILABLE COPY

decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-264378

(43) 公開日 平成10年(1998)10月6日

(51) Int. Cl.<sup>5</sup>  
B 4 1 J 2/045  
2/055  
2/16

識別記号

F I  
B 4 1 J 3/04 1 0 3 A  
1 0 3 H

審査請求 未請求 請求項の数11 O L (全 12 頁)

(21) 出願番号 特願平9-69691

(22) 出願日 平成9年(1997)3月24日

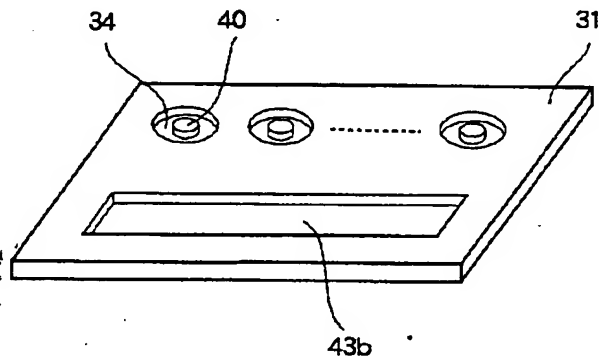
(71) 出願人 000006747  
株式会社リコー  
東京都大田区中馬込1丁目3番6号  
(72) 発明者 池田 邦夫  
東京都大田区中馬込1丁目3番6号 株式  
会社リコー内  
(74) 代理人 弁護士 稲元 富保

(54) 【発明の名称】 インクジェットヘッド用振動板及びその製造方法

(57) 【要約】

【課題】 高速印写に対応できまい。

【解決手段】 振動板31は電気機械変換素子の変位で変形するダイヤフラム部34と電気機械変換素子に対応する独立した島状凸部40及びダンパー部43とを一体的に形成し、ダイヤフラム部34は高硬度金属で形成し、ダンパー部43は低硬度金属43bで形成した。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 電気機械変換素子の変位で変形するダイアフラム部と前記電気機械変換素子に対応する独立した島状凸部とを一体的に形成したインクジェットヘッド用振動板において、前記ダイアフラム部はビッカース硬度で  $Hv300 \sim 1200$  の範囲内のメッキ金属で形成されていることを特徴とするインクジェットヘッド用振動板。

【請求項 2】 請求項 1 に記載のインクジェットヘッド用振動板において、前記ダイアフラム部は部分的に焼鈍されていることを特徴とするインクジェットヘッド用振動板。

【請求項 3】 電気機械変換素子の変位で変形するダイアフラム部と圧力を吸収する弾性体部とを一体的に形成したインクジェットヘッド用振動板において、前記ダイアフラム部及び弾性体部は高硬度金属で形成されていることを特徴とするインクジェットヘッド用振動板。

【請求項 4】 請求項 3 に記載のインクジェットヘッド用振動板において、前記ダイアフラム部及び弾性体部はビッカース硬度で  $Hv300 \sim 1200$  の範囲内の金属で形成されていることを特徴とするインクジェットヘッド用振動板。

【請求項 5】 請求項 3 又は 4 に記載のインクジェットヘッド用振動板において、前記ダイアフラム部及び弾性体部は部分的に焼鈍されていることを特徴とするインクジェットヘッド用振動板。

【請求項 6】 電気機械変換素子の変位で変形するダイアフラム部と圧力を吸収する弾性体部とを一体的に形成したインクジェットヘッド用振動板において、前記ダイアフラム部は高硬度金属で形成され、前記弾性体部は低硬度金属で形成されていることを特徴とするインクジェットヘッド用振動板。

【請求項 7】 請求項 6 に記載のインクジェットヘッド用振動板において、前記ダイアフラム部はビッカース硬度で  $Hv300 \sim 1200$  の範囲内の金属で形成され、前記弾性体部はビッカース硬度で  $Hv150 \sim 250$  の範囲内の金属で形成されていることを特徴とするインクジェットヘッド用振動板。

【請求項 8】 請求項 1 乃至 7 のいずれかに記載のインクジェットヘッド用振動板において、前記ダイアフラム部はニッケル系合金メッキ又は光沢剤添加メッキで形成されていることを特徴とするインクジェットヘッド用振動板。

【請求項 9】 請求項 6 又は 7 に記載のインクジェットヘッド用振動板において、前記ダイアフラム部はニッケル系合金メッキ又は光沢剤添加メッキで形成され、前記弾性体部は無添加ニッケルメッキで形成されていることを特徴とするインクジェットヘッド用振動板。

【請求項 10】 請求項 8 又は 9 に記載のインクジェットヘッド用振動板において、前記ニッケル系合金メッキ

が  $Ni-W$ 、 $Ni-Co$ 、 $Ni-Mn$ 、 $Ni-Fe$ 、 $Ni-P$ 、 $Ni-B$  のいずれかの合金メッキであることを特徴とするインクジェットヘッド用振動板。

【請求項 11】 請求項 1 乃至 10 のいずれかに記載のインクジェットヘッド用振動板の製造方法において、この振動板を形成後  $200^{\circ}C \sim 300^{\circ}C$  の温度で  $1 \sim 2$  時間加熱処理することを特徴とするインクジェットヘッド用振動板の製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明はインクジェットヘッド用振動板及びその製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】 インクジェット記録装置は、記録時の振動、騒音が殆どなく、特にカラー化が容易なことから、コンピュータ等のデジタル処理装置のデータを出力するプリンタの他、ファクシミリやコピー機等にも用いられるようになっている。このようなインクジェット記録装置に用いられるインクジェットヘッドとして、複数のノズルと、各ノズルに対応する加圧液室と、この加圧液室を振動板を介して加圧する圧電素子等の電気機械変換素子を備え、電気機械変換素子を記録信号に応じて駆動することで所要の加圧液室を加圧してノズルからインク滴を噴射させる所謂ピエゾアクチュエータ方式のものがある。

【0003】 このようなインクジェットヘッドの振動板及びその製造方法としては、例えば①特開平 6-143573 号公報に記載されているように、写真製版技術（フォトリソグラフィ）と  $Ni$  メッキ・電鍍工法を用いてダイアフラム部と島状凸部を有する振動板を形成したもの、②特開平 6-346271 号公報に記載されているように写真製版技術（フォトリソグラフィ）と  $Ni$  メッキ・電鍍工法を用いて第一  $Ni$  層と第二  $Ni$  層からなる振動板を形成する場合に、第一  $Ni$  層は光沢剤を添加しない無光沢  $Ni$  で形成するようにしたものなどが知られている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、上述した①の写真製版技術（フォトリソグラフィ）と  $Ni$  メッキ・電鍍工法であるフォトエレクトロフォーミング法で振動板を製造した場合、ダイアフラム部の反発力が不足して滴速度が十分でなく、高速印写に対応することができない。また、クロストーク（一の加圧液室の加圧による影響が他の加圧液室に及ぶ状態）を低減するためにはダイアフラム部をより薄くする必要があるが、①の工法で製造した場合にはピンホールが多発して歩留りが悪くなる。

【0005】 他方、②の工法及び振動板は、第 1 層は無光沢  $Ni$  メッキであるために硬度が不十分でダイアフラム部の反発力が不足して滴速度が十分でなく、高速印写

に対応することができない。また、第2層も無光沢Niメッキであるために、電鍍支持基板から振動板を剥離するときに屈曲し易く、変形し易いために、歩留りが悪くなる。

【0006】本発明は上記の点に鑑みてなされたものであり、高速印写に対応できる振動板を提供することを目的とする。

【0007】

【課題を解決するための手段】上記の課題を解決するため、請求項1のインクジェットヘッド用振動板は、電気機械変換素子の変位で変形するダイアフラム部と前記電気機械変換素子に対応する独立した島状凸部とを一体的に形成したインクジェットヘッド用振動板において、前記ダイアフラム部はピッカース硬度でHv300~1200の範囲内のメッキ金属で形成されている構成とした。

【0008】請求項2のインクジェットヘッド用振動板は、上記請求項1のインクジェットヘッド用振動板において、前記ダイアフラム部は部分的に焼鈍されている構成とした。

【0009】請求項3のインクジェットヘッド用振動板は、電気機械変換素子の変位で変形するダイアフラム部と圧力を吸収する弾性体部とを一体的に形成したインクジェットヘッド用振動板において、前記ダイアフラム部及び弾性体部は高硬度金属で形成されている構成とした。

【0010】請求項4のインクジェットヘッド用振動板は、上記請求項3のインクジェットヘッド用振動板において、前記ダイアフラム部及び弾性体部はピッカース硬度でHv300~1200の範囲内の金属で形成されている構成とした。

【0011】請求項5のインクジェットヘッド用振動板は、上記請求項3又は4のインクジェットヘッド用振動板において、前記ダイアフラム部及び弾性体部は部分的に焼鈍されている構成とした。

【0012】請求項6のインクジェットヘッド用振動板は、電気機械変換素子の変位で変形するダイアフラム部と圧力を吸収する弾性体部とを一体的に形成したインクジェットヘッド用振動板において、前記ダイアフラム部は高硬度金属で形成され、前記弾性体部は低硬度金属で形成されている構成とした。

【0013】請求項7のインクジェットヘッド用振動板は、上記請求項6のインクジェットヘッド用振動板において、前記ダイアフラム部はピッカース硬度でHv300~1200の範囲内の金属で形成され、前記弾性体部はピッカース硬度でHv150~250の範囲内の金属で形成されている構成とした。

【0014】請求項8のインクジェットヘッド用振動板は、上記請求項1乃至7のいずれかのインクジェットヘッド用振動板において、前記ダイアフラム部はニッケル

系合金メッキ又は光沢剤添加メッキで形成されている構成とした。

【0015】請求項9のインクジェットヘッド用振動板は、上記請求項6又は7のインクジェットヘッド用振動板において、前記ダイアフラム部はニッケル系合金メッキ又は光沢剤添加メッキで形成され、前記弾性体部は無添加ニッケルメッキで形成されている構成とした。

【0016】請求項10のインクジェットヘッド用振動板は、上記請求項8又は9のインクジェットヘッド用振動板において、前記ニッケル系合金メッキがNi-W、Ni-Co、Ni-Mn、Ni-Fe、Ni-P、Ni-Bのいずれかの合金メッキである構成とした。

【0017】請求項11のインクジェットヘッド用振動板の製造方法は、上記請求項1乃至10のいずれかのインクジェットヘッド用振動板の製造方法において、この振動板を形成後200℃~300℃の温度で1~2時間加熱処理する構成とした。

【0018】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態を添付図面を参照して説明する。図1は本発明を適用したインクジェットヘッドの分解斜視図、図2は同ヘッドのチャンネル方向（ノズル配列方向）と直交する方向の要部拡大断面図、図3は同ヘッドのチャンネル方向の要部拡大断面図である。

【0019】このインクジェットヘッドは、駆動ユニット1と、液室ユニット2と、ヘッドカバー3とを備えている。駆動ユニット1は、セラミックス基板、例えばチタン酸バリウム、アルミナ、フォルステライトなどの絶縁性の基板11上に、エネルギー発生素子である複数の積層型圧電素子12を列状に2列配置して接合し、これら2列の各圧電素子12の周囲を取り囲む樹脂、セラミック等からなるフレーム部材（支持体）13を接着剤14によって接合している。

【0020】複数の圧電素子12は、インクを液滴化して飛翔させるための駆動パルスが与えられる圧電素子（これを「駆動部」という。）17、17…と、駆動部17、17間に位置し、駆動パルスが与えられずに単に液室ユニット2を基板11に固定する液室支柱部材となる圧電素子（これを「非駆動部」という。）18、18…とを交互に構成している。

【0021】ここで、圧電素子12としては10層以上の積層型圧電素子を用いている。この積層型圧電素子は、例えば図2に示すように、厚さ10~50μm/1層のチタン酸ジルコン酸鉛（PZT）20と、厚さ数μm/1層の銀・パラジウム（AgPd）からなる内部電極21とを交互に積層したものであるが、圧電素子として用いる材料は上記に限られるものでなく、その他の電気機械変換素子を用いることもできる。

【0022】各圧電素子12の内部電極21は1層おきにAgPdからなる左右の端面電極22、23（2つの圧

電素子列の対向する面側を端面電極22とし、対向しない面側を端面電極23とする。)に接続している。一方、基板11上には、図1に示すようにNi・Au蒸着、Auメッキ、AgPtペースト印刷、AgPdペースト印刷等によって共通電極24及び個別電極25の各パターンを設けている。

【0023】そして、各列の各圧電素子12の対向する端面電極22を導電性接着剤26を介して共通電極24に接続し、他方、各列の各圧電素子12の対向しない端面電極23を同じく導電性接着剤26を介してそれぞれ個別電極25に接続している。これにより、駆動部17に駆動電圧を与えることによって、積層方向に電界が発生して、駆動部17には積層方向の伸びの変位(d33方向の変位)が生起される。なお、共通電極24は、図2にも示すように、フレーム部材13に設けた穴13a内に導電性接着剤26を充填することで各圧電素子に接続されたパターンの導通を取っている。

【0024】一方、液室ユニット2は、金属薄膜の積層体からなる振動板31と、ドライフィルムレジスト(DFR)からなる感光性樹脂層で形成した2層構造の液室隔壁部材32と、金属、樹脂等からなるノズルプレート33とを順次を積層し、熱融着して形成している。これらの各部材によって、1つの圧電素子12(駆動部17)と、この1つの圧電素子12に対応するダイヤフラム部34と、各ダイヤフラム部34を介して加圧される加圧液室35と、この加圧液室35の両側に位置して加圧液室35に供給するインクを導入する共通液室36、36と、加圧液室35と共通液室36、36とを連通するインク供給路37、37と、加圧液室35に連通するノズル38とによって1つのチャンネルを形成し、このチャンネルを複数個2列設けている。

【0025】振動板31は、駆動部17に対応する前記ダイヤフラム部34と、駆動部17と接合するためにこのダイヤフラム部34の中央部に一体的に形成した島状凸部40と、非駆動部18に接合する梁41及びフレーム部材13に接合するベース42と、共通液室36に対応する圧力を吸収する弾性体部(以下「ダンパー部」という。)43を形成している。

【0026】液室隔壁部材32は、振動板31側に予めドライフィルムレジストを塗布して所要のマスクを用いて露光し、現像して所定の液室パターンを形成した第1感光性樹脂層45と、ノズルプレート33側に予めドライフィルムレジストを塗布して所要のマスクを用いて露光し、現像して所定の液室パターンを形成した第2感光性樹脂層46とを熱圧着で接合してなる。

【0027】ノズルプレート33にはインク滴を飛翔させるための微細な吐出口であるノズル38を多数を形成している。このノズル38の内部形状(内側形状)は、略円柱形状(又は略円錐台形状でもよい。)に形成している。また、このノズル38の径はインク滴出口側の直

径で約25~35μmである。

【0028】このノズルプレート33のインク吐出面(ノズル表面側)は、図1に示すように撥水性の表面処理を施した撥水処理面47としている。例えば、PTFE-Ni共析メッキやフッ素樹脂の電着塗装、蒸発性のあるフッ素樹脂(例えばフッ化ピッチなど)を蒸着コートしたもの、シリコン系樹脂・フッ素系樹脂の溶剤塗布後の焼き付け等、インク物性に依拠して選定した撥水処理膜を設けて、インクの滴形状、飛翔特性を安定化し、高品位の画像品質を得られるようにしている。なお、ノズルプレート33の周縁部は撥水処理膜を形成しない非撥水処理面48としている。

【0029】これらの駆動ユニット1と液室ユニット2とはそれぞれ別個に加工、組立を行なった後、液室ユニット2の振動板31と駆動ユニット1の圧電素子12及びフレーム部材13とを接着剤49で接合している。

【0030】そして、基板11をヘッド支持部材であるスペーサ部材(ヘッドホルダ)50上に支持して保持し、このスペーサ部材50内に配設したヘッド駆動用IC等を有するPCB基板と駆動ユニット1の各圧電素子12(駆動部17)に接続した各電極24、25とをFPCケーブル51、51を介して接続している。

【0031】また、ノズルカバー(ヘッドカバー)3は、ノズルプレート33の周縁部及びヘッド側面を覆う箱状に形成したものであり、ノズルプレート33の撥水処理面47に対応して開口部を形成し、ノズルプレート33の周縁部に残した非撥水処理面48に接着剤にて接着接合している。さらに、このインクジェットヘッドには、図示しないインクカートリッジからのインクを液室に供給するため、スペーサ部材50、基板11、フレーム部材13及び振動板31にそれぞれインク供給穴52~55を設けている。

【0032】このように構成したインクジェットヘッドにおいては、記録信号に応じて駆動部17に駆動波形(10~50Vのパルス電圧)を印加することによって、駆動部17に積層方向の変位が生起し、振動板31のダイヤフラム部34を介して加圧液室35が加圧されて圧力が上昇し、ノズル38からインク滴が吐出される。このとき、加圧液室35から共通液室36へ通じるインク供給路37、37方向へもインクの流れが発生するが、インク供給路37、37の断面積を狭小にすることで流体抵抗部として機能させて共通液室36、36側へのインクの流れを低減し、インク吐出効率の低下を防いでいる。

【0033】そして、インク滴吐出の終了に伴い、加圧液室35内のインク圧力が低減し、インクの流れの慣性と駆動パルスの放電過程によって加圧液室34内に負圧が発生してインク充填行程へ移行する。このとき、インクタンクから供給されたインクは共通液室36、36に流入し、共通液室36、36からインク供給路37、3

7を経て加圧液室35内に充填される。そして、ノズル38の出口付近のインクメニスカス面の振動が減衰し、表面張力によってノズル38の出口付近に戻されて(リフィル)安定状態に至れば、次のインク滴吐出動作に移行する。

【0034】次に、本発明に係る振動板及びその製造方法について図4以降を参照して説明する。なお、以下では、説明を容易にするために振動板のノズル列を1列にした例で説明することとする。まず、図4は本発明に係る振動板の第1実施例を説明する斜視図である。この第1実施例において、振動板31は上述したように電気機械変換素子の変位で変形するダイアフラム部34と電気機械変換素子に対応する独立した島状凸部40とを一体的に形成し、前記ダイアフラム部34はピッカース硬度でHv300~1200の範囲内のメッキ金属で形成している。

【0035】この場合、ダイアフラム部34の硬度がピッカース硬度でHv300未満であると、高反発力が得られずに高速印写に対応することができず、ピッカース硬度でHv1200を越えると硬度が高すぎて反発力が得られなくなる。ダイアフラム部34の硬度をピッカース硬度でHv300~1200の範囲内にすることで、高反発力が得られて、インク滴速度、ドット位置精度が向上して高速印写が可能になり、また低電圧駆動(高効率駆動)が可能になる。

【0036】このダイアフラム部34は、例えばニッケル系合金メッキ又は光沢剤添加ニッケルメッキ(添加剤を入れた高硬度ニッケル単体メッキ)で形成することで所要の硬度を得ることができる。ニッケル系合金メッキとしては、Ni-W、Ni-Co、Ni-Mn、Ni-Fe、Ni-P、Ni-Bのいずれかの合金メッキを用いることができる。これらのメッキを用いることで容易に所要の硬度を得ることができ、また、ニッケル合金メッキと添加剤を併用することでピッカース硬度でHv400~1200のレベルにすることができる。

【0037】次に、図5、図6は本発明に係る振動板の第2、第3実施例を説明する斜視図である。これらの第2、第3実施例において、振動板31は電気機械変換素子の変位で変形するダイアフラム部34と電気機械変換素子に対応する独立した島状凸部40及びダンパー部43a、43bとを一体的に形成している。そして、第2実施例においては、図5に示すようにダイアフラム部34を高硬度金属で形成すると共に、ダンパー部43aも高硬度金属で形成し、他方、第3実施例においては、図6に示すようにダイアフラム部34は高硬度金属で形成し、ダンパー部43bは低硬度金属で形成している。

【0038】この場合、ダイアフラム部34は上述した第1実施例で述べたようにピッカース硬度でHv300~1200の範囲内にすることが好ましく、また高硬度金属は例えばニッケル系合金メッキ又は光沢剤添加ニッ

ケルメッキで形成することができ、更に、ニッケル系合金メッキとしては、Ni-W、Ni-Co、Ni-Mn、Ni-Fe、Ni-P、Ni-Bなどのニッケル合金メッキを挙げることができる。

【0039】そして、第2実施例のようにダイアフラム部34及びダンパー部43aを高硬度金属で形成することによって、ダイアフラム部34の高反発力が得られて、インク滴速度、ドット位置精度が向上して高速印写が可能になり、また低電圧駆動(高効率駆動)が可能になり、またダンパー部43aを有することで圧力吸収による動的安定性を得ることができる。このとき、第3実施例のようにダイアフラム部34は高硬度金属で形成し、ダンパー部43bは低硬度金属で形成することによって、共通液室のダンパー効果がより高くなって動的安定性を更に向上することができる。

【0040】次に、図7は本発明に係る振動板の第4実施例を説明する平面図である。この第3実施例において、振動板31は、上記第3実施例と同様に、ダイアフラム部34を上述したニッケル系合金メッキ又は光沢剤添加ニッケルメッキなどの高硬度金属で形成し、ダンパー部43bを無光沢ニッケルメッキなどの低硬度金属で形成した上、ダイアフラム部34にはエッチ微小エリアにレーザーアニール法によって焼き鈍し軟化させた焼き鈍し部61を設けている。

【0041】このようにすることで、ダイアフラム部を厚くしてもインク滴速度、ドット位置精度が向上して高速印写が可能になり、ピンホールの歩留りも向上する。なお、ダンパー部43bを有することで圧力吸収による動的安定性を得ることができる。

【0042】次に、図8は本発明に係る振動板の第5実施例を説明する平面図である。この第5実施例において、振動板31は、上記第2実施例と同様に、ダイアフラム部34を上述したニッケル系合金メッキ又は光沢剤添加ニッケルメッキなどの高硬度金属で形成し、ダンパー部43aも同様に高硬度金属で形成した上、ダイアフラム部34及びダンパー部43aにはエッチ微小エリアにレーザーアニール法によって焼き鈍し軟化させた焼き鈍し部61、62を設けている。

【0043】このようにすることで、ダイアフラム部を厚くしてもインク滴速度、ドット位置精度が向上して高速印写が可能になり、ピンホールの歩留りも向上する。なお、また、ダンパー部の厚みを厚くしてもダンパー特性が損なわれず、動的安定性を得ることができ、ピンホールの歩留りも向上する。

【0044】次に、上記第1実施例のインクジェットヘッド用振動板の製造方法について図9乃至図11を参照して説明する。まず、図9(a)及び図11(a)に示すようなレジストパターンの成膜とメッキ膜を支持するための電鍍支持基板となる導体基板71を形成する。この導体基板71は、メッキ可能な金属基板、或いはスバ

ッタリングなどで導体化したガラス、セラミックス基板などを用いることができる。ここでは、ガラス基板の表面にニッケルをスパッタリングした基板を用いた。また、導体基板 71 は複数の振動板を同時に形成する（多数個取りを行う）ことが可能な大きさのものを用いている。

【0045】その後、図 9 (b) に示すように導体基板 71 のメタライズ面に液体レジスト 72 を塗布して焼き付ける。そして、図 9 (c) 及び図 11 (b) に示すように振動板外形枠（外形分離帯）パターン 73、インク供給口（インク流入穴）55 を形成するためのインク供給口パターン 74 及びアライメントマークパターン 75 を露光、現像工程によってパターンニングする（第 1 フォトリソ工程）。なお、外形枠パターン 73 は上述したように 1 つの導体基板 71 で同時に多数の振動板を形成する多数個取りを行うので、形成後に個々の振動板を分離するためのパターンであり、またアライメントマークパターン 75 は後述する第 2 層を形成するときの位置合せ用のものである。

【0046】次いで、図 9 (d) に示すように導体基板 71 上に金属メッキを施して第 1 層 76 を形成する（第 1 メッキ工程）。この第 1 層 76 の厚みは  $2 \sim 10 \mu\text{m}$  としている。また、この第 1 層 76 はダイアフラム部 34 を形成するので、ここでは、メッキ添加剤を入れた高硬度 Ni 単体メッキ、或いは、Ni-W、Ni-Co、Ni-Mn、Ni-Fe、Ni-P、Ni-B などの合金メッキなどの高硬度金属メッキを行って第 1 層 76 を形成している。これらの高硬度金属メッキを行うことで、ビッカース硬度で  $Hv 300 \sim 1200$  の硬度を有する第 1 層 76 が得られ、またニッケル合金メッキと添加剤を併用することでビッカース硬度で  $Hv 400 \sim 1200$  の硬度を有する第 1 層 76 が得られる。

【0047】その後、図 10 (a) に示すように、第 1 層 76 を成膜した導体基板 71 上に液体レジスト 77 を塗布、焼き付けした後、図 10 (b) 及び図 11 (c) に示すように、導体基板 71 上のアライメントマークパターン 75 を基準として、第 1 フォトリソ工程と同様に、外形枠パターン 73、インク供給口パターン 74 及びアライメントマークパターン 75 を露光、現像工程によってパターンニングする。それと共に、ダイアフラム部 34（薄肉部分）以外の部分は島状凸部 40 を含めて厚肉にするため、島状凸部 40 を反転した形状でダイアフラム部 34 に対応するダイアフラム部パターン 78 をパターンニングする（第 2 フォトリソ工程）。

【0048】次いで、レジスト 77 を除去した第 1 層 76 の表面を酸活性化処理で活性化した後、図 10 (c) 及び図 11 (d) に示すように金属メッキを施して第 2 層 79 を形成する（第 2 メッキ工程）。このとき、第 1 層 76 表面の内のダイアフラム部 34 に相当する部分がダイアフラム部パターン 78 で覆われているので、この

部分は第 1 層 76 の厚みのままとなる。そこで、レジスト 72 を除去してメッキ膜を導体基板 71 から剥離することによって、図 10 (e) に示すように高硬度金属で形成したダイアフラム部 34 と島状凸部 40 とを一体的に形成した振動板 31 が得られる。なお、外形枠パターン 73 及びインク供給口パターン 74 にはメッキ金属が析出していないのでレジスト除去後中空状態となっており、各振動板単体に区分けされている。

【0049】次に、上記第 2 実施例のインクジェットヘッド用振動板の製造方法について図 12 及び図 13 を参照して説明する。前述した図 9 と同様な工程を経て導体基板 71 上に高硬度金属からなる第 1 層 76 を形成した後、図 12 (a) に示すように導体基板 71 上に液体レジスト 77 を塗布、焼き付けして、図 12 (b) 及び図 13 (a) に示すように、導体基板 71 上のアライメントマークパターン 75 を基準として、第 1 フォトリソ工程と同様に、外形枠パターン 73、インク供給口パターン 74 及びアライメントマークパターン 75 を露光、現像工程によってパターンニングする。

【0050】それと共に、ダイアフラム部 34（薄肉部分）及びダンパー部 43 以外の部分は島状凸部 40 を含めて厚肉にするため、島状凸部 40 を反転した形状でダイアフラム部 34 に対応するダイアフラム部パターン 78 をパターンニングし、ダンパー部 43 に相当する部分にダンパー部パターン 80 をパターンニングする（第 2 フォトリソ工程）。

【0051】次いで、レジスト 77 を除去した第 1 層 76 の表面を酸活性化処理で活性化した後、図 12 (c) 及び図 13 (b) に示すように金属メッキを施して第 2 層 79 を形成する（第 2 メッキ工程）。このとき、第 1 層 76 表面の内のダイアフラム部 34 に相当する部分がダイアフラム部パターン 78 で覆われ、同様にダンパー部 43 に相当する部分がダンパー部パターン 80 で覆われているので、これらの部分は第 1 層 76 の厚みのままとなる。そこで、レジスト 77 を除去してメッキ膜を導体基板 71 から剥離することによって、図 12 (d) に示すように高硬度金属で形成したダイアフラム部 34 及びダンパー部 43 と島状凸部 40 とを一体的に形成した振動板 31 が得られる。

【0052】次に、上記第 3 実施例のインクジェットヘッド用振動板の製造方法について図 14 乃至図 17 を参照して説明する。まず、図 14 (a) に示すように導体基板 71 上に液体レジスト 85 を塗布、焼き付けして、図 14 (b) 及び図 16 (a) に示すようにダイアフラム部 34 に相当する部分を含む開口部 86a を形成したパターン 86 を露光、現像工程によってパターンニングする。

【0053】そして、図 14 (c) 及び図 16 (b) に示すように、パターン 86 の開口部 86a で導体基板 71 の表面が露出している部分に高硬度メッキを行って第



1層高硬度メッキ膜87を成膜する。その後、図14(d)に示すように、第1層高硬度メッキ膜87表面を含めて再度レジスト88を塗布、焼き付けした後、図14(e)及び図16(c)に示すようにダンパー部43に相当する開口部89aを形成したパターン89を露光、現像工程によってパターンニングする。

【0054】そして、図15(a)及び図16(d)に示すように、パターン89の開口部89aで導体基板71の表面が露出している部分に低硬度メッキ(無光沢Niメッキなど)を行って第1層低硬度メッキ膜90を成膜する。その後、図15(b)に示すように第1層低硬度メッキ膜90表面を含めて再度レジスト85を塗布、焼き付けした後、図15(c)及び図17(a)に示すように、ダイアフラム部34を覆うパターン91及びダンパー部43に相当する部分を覆うパターン92をパターンニングする。

【0055】このとき、次に島状凸部等を形成するために施すニッケルメッキで未析出領域が発生しないように、パターン91及びパターン92はそれぞれ第1層高硬度メッキ膜87及び第1層低硬度メッキ膜90の領域よりも狭くしている。

【0056】そこで、図15(d)及び図17(b)に示すようにNiメッキを施して導体基板71及び第1層高硬度メッキ膜87の露出部分にメッキ膜93を成膜した後、メッキ積層体を導体基板71から剥離することによって、図15(e)に示すようにダイアフラム部34が第1層高硬度メッキ膜87で、ダンパー部43が第1層低硬度メッキ膜90で形成された振動板部品が得られる。

【0057】以上の各製造工程を経て得られる振動板部品(Ni積層体)を200℃～300℃の温度で1～2時間加熱処理する(図10、図12など参照)ことによって、第1層と第2層との層間密着性が向上する。

【0058】なお、上記実施例においては、積層型圧電素子のd33方向の変位を用いて加圧液室を加圧するインクジェットヘッドについて説明したが、積層型圧電素子のd31方向の変位を用いて加圧液室を加圧するインクジェットヘッド、その他のバイモルフ型圧電素子を用いるインクジェットヘッドなどにも同様に適用することができる。

【0059】

【発明の効果】以上説明したように、請求項1のインクジェットヘッド用振動板によれば、電気機械変換素子の変位で変形するダイアフラム部と電気機械変換素子に対応する独立した島状凸部とが一体的に形成されると共に、ダイアフラム部はビッカース硬度でHv300～1200の範囲内のメッキ金属で形成されているので、ダイアフラム部の高い反発力が得られるようになり、インク滴速度が向上して印写速度の高速化を図れると共に、ドット位置精度が向上し、低電圧駆動による高効率駆動

が可能になる。

【0060】請求項2のインクジェットヘッド用振動板によれば、上記請求項1のインクジェットヘッド用振動板において、ダイアフラム部は部分的に焼鈍されている構成としたので、高硬度ダイアフラム部によるクロストーク特性を改善することができ、ダイアフラム部の厚みを厚くすることができてピンホールの発生による歩留りの低下を少なくすることができる。

【0061】請求項3のインクジェットヘッド用振動板によれば、電気機械変換素子の変位で変形するダイアフラム部と圧力を吸収する弾性体部とを高硬度金属で一体的に形成しているので、ダイアフラム部の高い反発力が得られるようになり、インク滴速度が向上して印写速度の高速化を図れると共に、ドット位置精度が向上し、低電圧駆動による高効率駆動が可能になり、更にダンパー部を有することで動的安定性が向上する。

【0062】請求項4のインクジェットヘッド用振動板によれば、上記請求項3のインクジェットヘッド用振動板において、ダイアフラム部及び弾性体部はビッカース硬度でHv300～1200の範囲内の金属で形成されている構成としたので、ダイアフラム部の高い反発力が得られるようになり、インク滴速度が向上して印写速度の高速化を図れると共に、ドット位置精度が向上し、低電圧駆動による高効率駆動が可能になり、更にダンパー部を有することで動的安定性が向上する。

【0063】請求項5のインクジェットヘッド用振動板によれば、上記請求項3又は4のインクジェットヘッド用振動板において、ダイアフラム部及び弾性体部は部分的に焼鈍されている構成としたので、ダイアフラム部及びダンパー部の厚みを厚くすることができてピンホールの発生による歩留りの低下を少なくすることができる。

【0064】請求項6のインクジェットヘッド用振動板によれば、電気機械変換素子の変位で変形するダイアフラム部は高硬度金属で形成され、圧力を吸収する弾性体部は低硬度金属で形成されている構成としたので、ダイアフラム部の高い反発力が得られるようになり、インク滴速度が向上して印写速度の高速化を図れると共に、ドット位置精度が向上し、低電圧駆動による高効率駆動が可能になり、更にダンパー部を有することで動的安定性が向上する。

【0065】請求項7のインクジェットヘッド用振動板によれば、上記請求項6のインクジェットヘッド用振動板において、ダイアフラム部はビッカース硬度でHv300～1200の範囲内の金属で形成され、弾性体部はビッカース硬度でHv150～250の範囲内の金属で形成されている構成としたので、ダイアフラム部の高い反発力が得られるようになり、インク滴速度が向上して印写速度の高速化を図れると共に、ドット位置精度が向上し、低電圧駆動による高効率駆動が可能になり、更にダンパー部を有することで動的安定性が向上する。

【0066】請求項8のインクジェットヘッド用振動板によれば、上記請求項1乃至7のいずれかのインクジェットヘッド用振動板において、ダイヤフラム部はニッケル系合金メッキ又は光沢剤添加メッキで形成されている構成としたので、製造が容易になる。

【0067】請求項9のインクジェットヘッド用振動板によれば、上記請求項6又は7のインクジェットヘッド用振動板において、ダイヤフラム部はニッケル系合金メッキ又は光沢剤添加メッキで形成され、弾性体部は無添加ニッケルメッキで形成されている構成としたので、上記の効果に加えて製造が容易になる。

【0068】請求項10のインクジェットヘッド用振動板によれば、上記請求項8又は9のインクジェットヘッド用振動板において、ニッケル系合金メッキがNi-W、Ni-Co、Ni-Mn、Ni-Fe、Ni-P、Ni-Bのいずれかの合金メッキである構成としたので、所要の硬度を容易に得ることができる。

【0069】請求項11のインクジェットヘッド用振動板の製造方法によれば、上記請求項1乃至10のいずれかのインクジェットヘッド用振動板の製造方法において、この振動板を形成後200℃～300℃の温度で1～2時間加熱処理する構成としたので、層間密着性が向上し、剥離不良を防止できる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明を適用したインクジェットヘッドの分解斜視図

【図2】同ヘッドのチャンネル方向と直交する方向の要部拡大断面図

【図3】同ヘッドのチャンネル方向の要部拡大断面図

【図4】本発明に係る振動板の第1実施例を示す斜視説明図

【図5】本発明に係る振動板の第2実施例を示す斜視説明図

【図6】本発明に係る振動板の第3実施例を示す斜視説明図

【図7】本発明に係る振動板の第4実施例を示す斜視説明図

【図8】本発明に係る振動板の第5実施例を示す斜視説明図

【図9】第1実施例の振動板の製造方法を説明する説明図

【図10】同実施例の振動板の製造方法の続きを説明する説明図

【図11】同実施例の振動板の製造方法を説明する斜視説明図

【図12】第2実施例の振動板の製造方法を説明する説明図

【図13】同実施例の振動板の製造方法の続きを説明する説明図

【図14】第3実施例の振動板の製造方法を説明する説明図

【図15】同実施例の振動板の製造方法の続きを説明する説明図

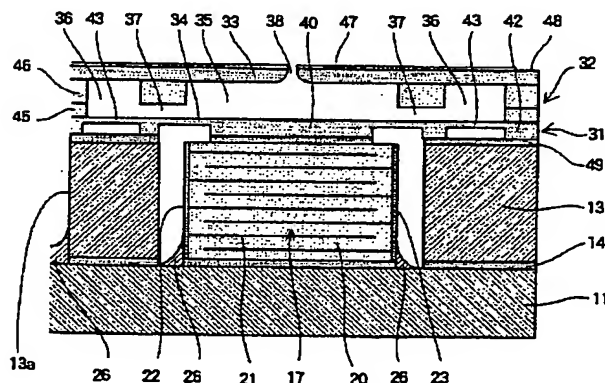
【図16】同実施例の振動板の製造方法を説明する平面図

【図17】同実施例の振動板の製造方法の続きを説明する平面図

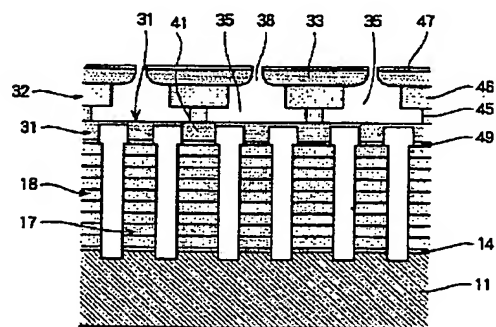
#### 【符号の説明】

1…駆動ユニット、2…液室ユニット、3…フレーム、12…積層型圧電素子、17…駆動部、18…非駆動部、31…振動板、34…ダイヤフラム部、40…島状凸部、43、43a、43b…ダンパー部。

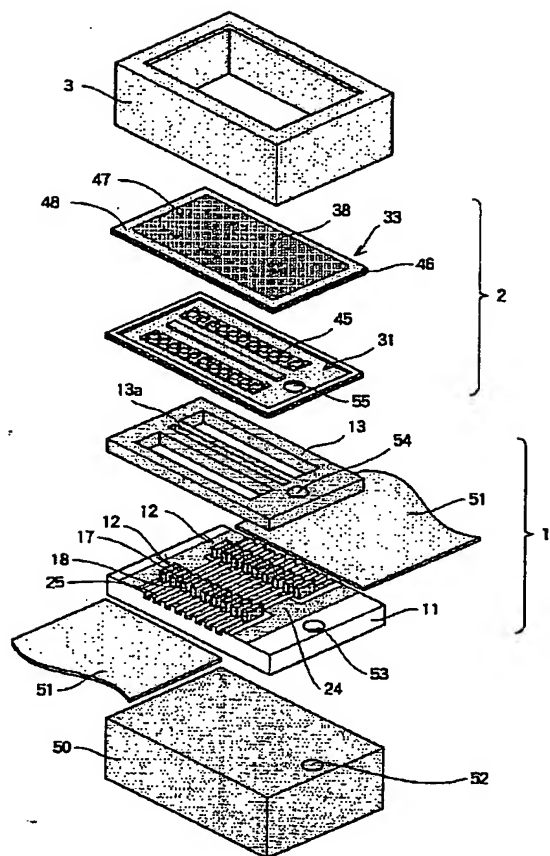
【図2】



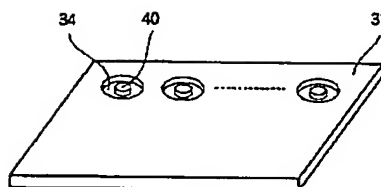
【図3】



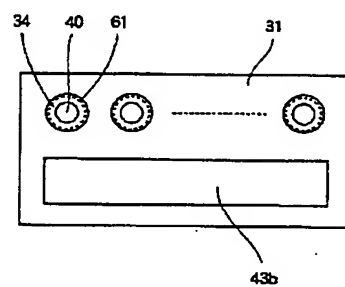
【図 1】



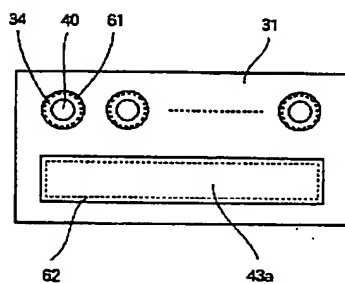
【図 4】



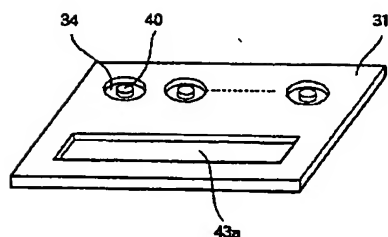
【図 7】



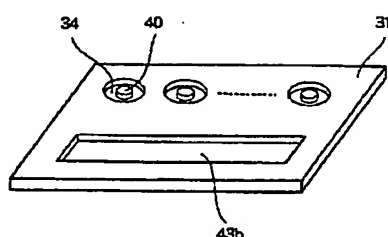
【図 8】



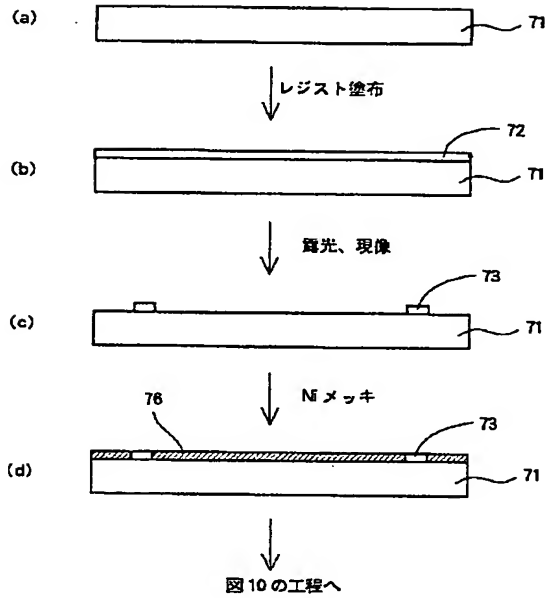
【図 5】



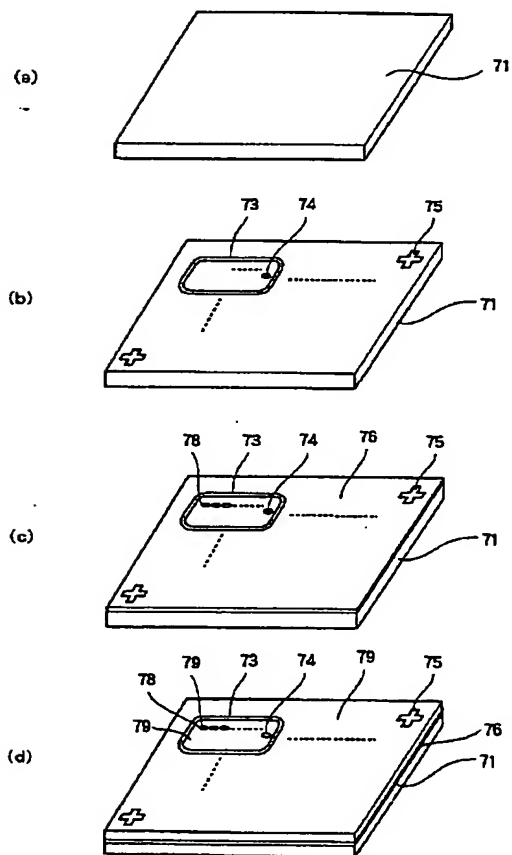
【図 6】



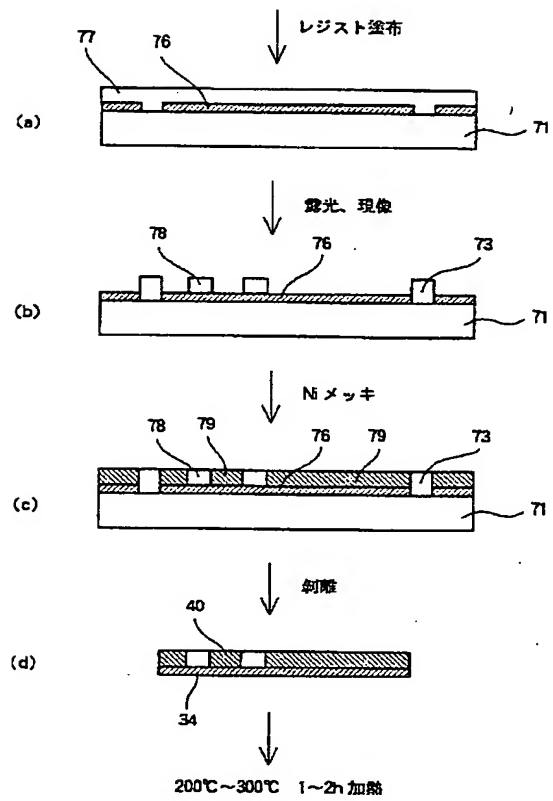
【図 9】



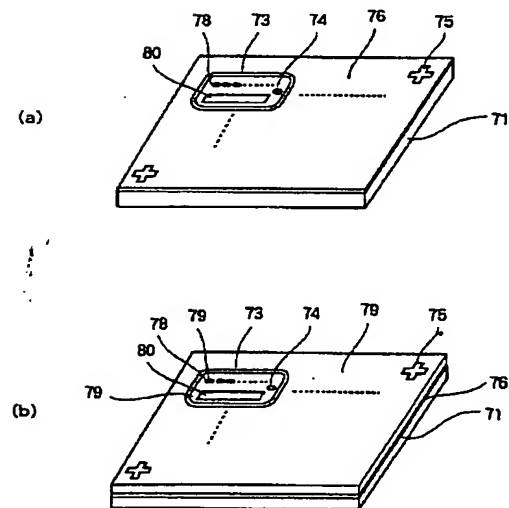
【図 11】



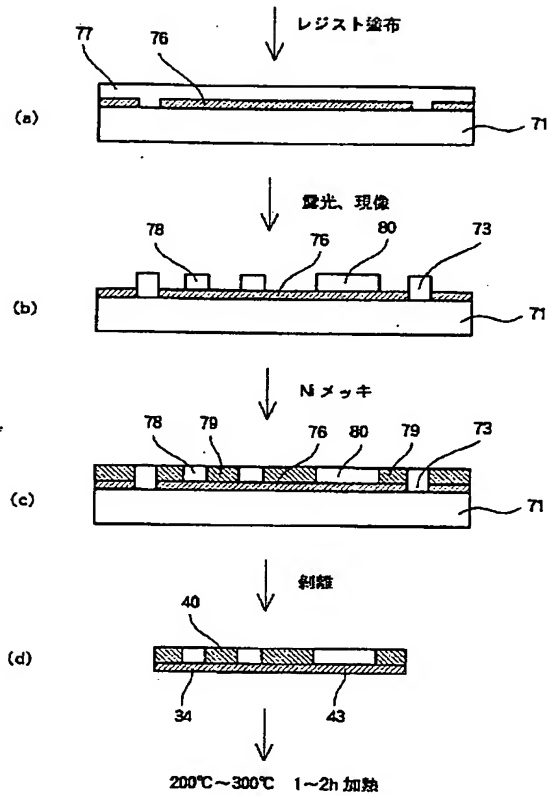
【図 10】



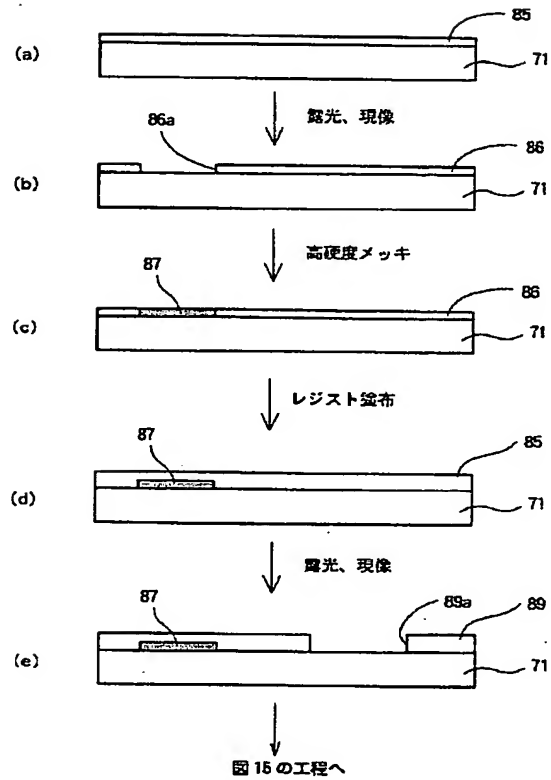
【図 13】



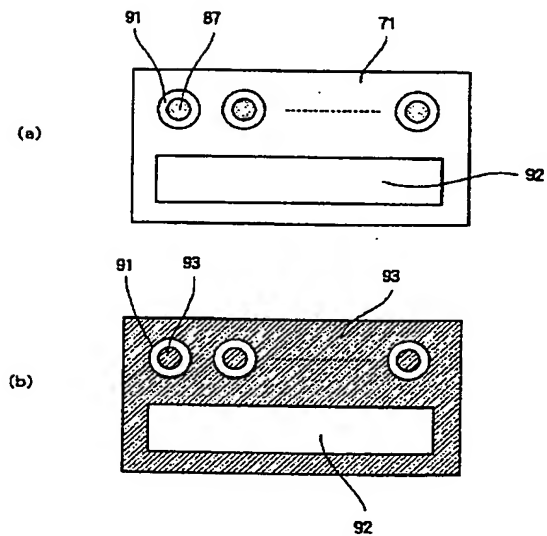
【図12】



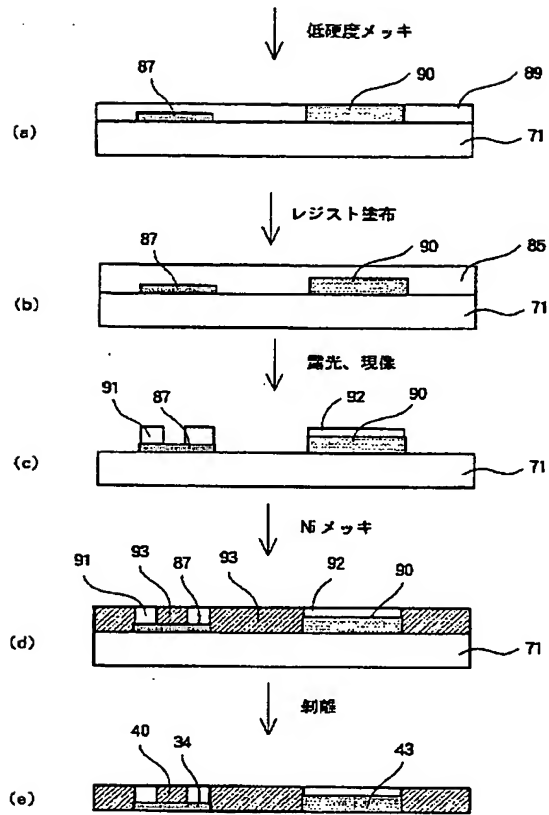
【図14】



【図17】



【図 15】



【図 16】

